

Formas de proteção do complexo dentino-pulpar: uma revisão de literatura

Forms of protection of the dentin-pulp complex: a literature review

Formas de protección del complejo dentina-pulpa: una revisión bibliográfica

Recebido: 09/11/2025 | Revisado: 19/11/2025 | Aceitado: 20/11/2025 | Publicado: 22/11/2025

Suzany Ferreira da Silva¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7392-6839>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: suzany119fs@gmail.com

Fernanda Kelly Alves do Bonfim¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7672-4522>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: fk.kelly4@gmail.com

Letícia Rosalie Santos da Silva¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1005-9796>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: leticiarosalie06@gmail.com

Raquel Araújo Pereira¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4385-4821>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: raquelaraujo1006@gmail.com

Jeovana Santos de Oliveira¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-4124-0518>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: santosdasilvaannal@gmail.com

Alícia Emanuelle Ferreira Santos¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5840-0575>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: kustzita@gmail.com

Rianna Silva Castro Tavares¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4735-0673>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: riannatavares5@gmail.com

Ana Belly Lopes da Silva¹

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5321-9793>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: Ana.belly19@outlook.com

Camilla Thaís Duarte Brasileiro²

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7041-3087>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: Camilla.brasileiro@ages.edu.br

Ellen Luize de Oliveira Cardoso²

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-9662-0366>

Faculdade AGES, Brasil

E-mail: Ellen.cardoso@ulife.com.br

Resumo

Introdução: A dentina e a polpa são estruturas co-dependentes que juntas formam o complexo dentino-pulpar. Frente a agressões a este complexo, como uma lesão de cárie profunda ou traumatismos é necessário fazer a proteção destes tecidos. O presente trabalho tem como objetivo relatar os tipos de materiais utilizados e as vantagens e desvantagens de cada substância utilizada na proteção do complexo dentinopulpar. Metodologia: Trata-se de uma revisão de literatura (Snyder, 2019) do tipo descritiva, de natureza qualitativa (Pereira *et al.*, 2018) num estudo com pouca sistematização e do tipo revisão bibliográfica narrativa (Rother, 2007). As plataformas de busca utilizadas foram Biblioteca Virtual em Saúde, Google Acadêmico, Scielo e PubMed e os termos utilizados na procura dos trabalhos foram “complexo dentino-pulpar”, “capeamento pulpar”, “pulp-dentin and protection”. Resultados e discussões: Os materiais que mais se

¹ Discente da Faculdade AGES- Senhor do Bonfim, Brasil.

² Docente da Faculdade AGES- Senhor do Bonfim, Brasil.

destacam são o ionômero de vidro, o hidróxido de cálcio e o MTA devido às suas propriedades biológicas e mecânicas, estes são aplicados como agentes protetores do complexo dentino pulpar, forradores ou como base de restaurações definitivas (Bausen *et al.*, 2020). Considerações finais: Com base no exposto, é notório que não há um material que possua todas as características almejadas para realizar a proteção do complexo dentino pulpar. Nesse sentido, é importante ressaltar que ao escolher o material o odontólogo deve levar em consideração as vantagens e desvantagens de cada substância.

Palavras-chave: Complexo dentino-pulpar; Capeamento pulpar; Terapia pulpar.

Abstract

Introduction: Dentin and pulp are co-dependent structures that together form the dentin–pulp complex. When this complex is subjected to aggression, such as deep carious lesions or trauma, it becomes necessary to protect these tissues. The aim of this study is to report the types of materials used and the advantages and disadvantages of each substance employed in the protection of the dentin–pulp complex. **Methodology:** This is a descriptive literature review (Snyder, 2019), qualitative in nature (Pereira *et al.*, 2018), in a study with little systematization and of the narrative bibliographic review type (Rother, 2007). The search platforms used were the Virtual Health Library, Google Scholar, SciELO, and PubMed, and the terms used in the search for works were "dentin–pulp complex," "pulp capping," and "pulp–dentin and protection". **Results and Discussion:** The most prominent materials are glass ionomer, calcium hydroxide, and MTA due to their biological and mechanical properties. These materials are applied as protective agents for the dentin–pulp complex, liners, or bases for definitive restorations (Bausen *et al.*, 2020). **Final Considerations:** Based on the information presented, it is evident that there is no material that possesses all the desired characteristics for the protection of the dentin–pulp complex. Therefore, it is important to emphasize that when selecting a material, the dentist should consider the advantages and disadvantages of each substance.

Keywords: Dentin–pulp complex; Pulp capping; Pulp therapy.

Resumen

Introducción: La dentina y la pulpa son estructuras codependientes que juntas forman el complejo dentino-pulpar. Cuando este complejo se ve sometido a agresiones, como lesiones cariosas profundas o traumatismos, se vuelve necesario proteger estos tejidos. El objetivo de este estudio es informar sobre los tipos de materiales utilizados y las ventajas y desventajas de cada sustancia empleada en la protección del complejo dentino-pulpar. **Metodología:** Se trata de una revisión bibliográfica descriptiva (Snyder, 2019), de naturaleza cualitativa (Pereira *et al.*, 2018), en un estudio con poca sistematización y del tipo revisión bibliográfica narrativa (Rother, 2007). Las plataformas de búsqueda utilizadas fueron la Biblioteca Virtual en Salud, Google Scholar, SciELO y PubMed, y los términos empleados en la búsqueda de trabajos fueron "complejo dentino-pulpar", "cubrimiento pulpar" y "pulpa-dentina y protección". **Resultados y Discusión:** Los materiales más destacados son el ionómero de vidrio, el hidróxido de calcio y el MTA debido a sus propiedades biológicas y mecánicas. Estos materiales se aplican como agentes protectores del complejo dentino-pulpar, forros cavitarios o bases para restauraciones definitivas (Bausen *et al.*, 2020). **Consideraciones Finales:** Con base en la información presentada, es evidente que no existe un material que posea todas las características deseadas para la protección del complejo dentino-pulpar. Por lo tanto, es importante enfatizar que, al seleccionar un material, el odontólogo debe considerar las ventajas y desventajas de cada sustancia.

Palabras clave: Complejo dentina-pulpa; Recubrimiento pulpar; Terapia pulpar.

1. Introdução

A dentina e a polpa são estruturas co-dependentes que juntas formam o complexo dentino-pulpar, estes tecidos são originados da mesma estrutura embriológica e continuam ligados durante toda a vida funcional do dente, nesse sentido, os danos que alcançam a dentina também alcançam o tecido pulpar (Bausen *et al.*, 2020).

Frente a agressões a este complexo, como uma lesão de cárie profunda ou traumatismos é necessário fazer a proteção destes tecidos (Bausen *et al.*, 2020). Posteriormente à exposição pulpar ocorre uma série de etapas inflamatórias no complexo dentino-pulpar, que se não tratado pode culminar em necrose pulpar (Covaci *et al.*, 2025).

As respostas pulpares podem variar bastante quanto a seu prazo e intensidade conforme o grau e tipo de exposição dentária, nesse sentido, é benéfico que o potencial regenerativo da polpa seja estimulado (Covaci *et al.*, 2025). A proteção da vitalidade dentino-pulpar se baseia na capacidade de redução do número de bactérias remanescentes, remineralização dos tecidos duros e estimulação da dentina terciária (Bausen *et al.*, 2020).

As terapias pulpares são divididas em capeamento pulpar direto, que ocorre quando os materiais são aplicados

diretamente na polpa dentária, ou de forma indireta, ou seja, ainda na dentina (Covaci *et al.*, 2025). Para o sucesso da terapia pulpar é de grande importância a experiência e habilidade do profissional, além da escolha do material a ser utilizado (Covaci *et al.*, 2025).

Os materiais ideais para a proteção do complexo dentino-pulpar devem apresentar as seguintes características: biocompatibilidade, ser isolante térmico e elétrico, antimicrobiano, insolúvel ao meio bucal, ter potencial terapêutico e propriedades mecânicas apropriadas (Bausen *et al.*, 2020).

Na literatura, os materiais mais frequentemente utilizados para a proteção pulpar são o ionômero de vidro convencional ou modificado, cimento de óxido de zinco e eugenol, agregado trióxido mineral, hidróxido de cálcio e o sistema adesivo. Contudo, apesar da variedade de materiais para a proteção do complexo dentino-pulpar, as características ideais não são encontradas em todos eles, por esse motivo, é necessário que o cirurgião-dentista saiba as vantagens e desvantagens de cada substância para fazer a melhor escolha e obter maior chance de sucesso no procedimento (Bausen *et al.*, 2020).

O presente trabalho tem como objetivo relatar os tipos de materiais utilizados e as vantagens e desvantagens de cada substância utilizada na proteção do complexo dentinopulpar.

2. Metodologia

Trata-se de uma revisão de literatura (Snyder, 2019) do tipo descritiva, de natureza qualitativa (Pereira *et al.*, 2018) num estudo com pouca sistematização e do tipo revisão bibliográfica narrativa (Rother, 2007). As plataformas de busca utilizadas foram Biblioteca Virtual em Saúde, Google Acadêmico, Scielo e PubMed e os termos utilizados na procura dos trabalhos foram “Complexo dentino-pulpar”, “Capeamento pulpar”, “Pulp-dentin and protection”, “Capeamento pulpar direto”, “Dental pulp regeneration”, “Direct pulp capping”, “Lesão e cárie”, “Polpa”, “Proteção pulpar”, “Proteção pulpar direta”, “Pulp-dentin and protection”, “Pulp-dentin complex and protection”, “Terapia pulpar vital”, “Tratamentos pulpar”, “Vital pulp capping”, utilizando um filtro temporal para inclusão de artigos publicados entre 2020 e 2025.

Ademais, quanto aos critérios de inclusão, foram selecionados trabalhos disponíveis na íntegra gratuitamente e que estivessem em português, inglês ou espanhol. Desse modo, resumos de eventos científicos, trabalhos de conclusão de curso, relatórios de pesquisa, assim como agências governamentais, dissertações de doutorado e dissertações de mestrado foram excluídos, assim como artigos publicados posteriormente a 2020. Foram achados 5.588 artigos ao total e utilizados 48.

3. Resultados

Complexo Dentino Pulpar

O complexo dentino-pulpar é uma unidade biológica formada pela dentina e a polpa dentária (Yamamoto *et al.*, 2021). Essa estrutura é fundamental para a manutenção da vitalidade do dente, já que a dentina protege mecanicamente a polpa, enquanto esta garante nutrição, sensibilidade e defesa imunológica (Yamamoto *et al.*, 2021). Essa interdependência permite que qualquer agressão sofrida por uma das partes seja refletida na outra, caracterizando um sistema integrado que deve ser compreendido e preservado nos procedimentos clínicos (Yamamoto *et al.*, 2021).

Quando submetido a agressões, como cárie, trauma ou procedimentos restauradores invasivos, o complexo dentino-pulpar desencadeia mecanismos de defesa que envolvem inflamação e formação de dentina terciária (Okui *et al.*, 2021). Essa resposta varia de acordo com a intensidade do trauma: em lesões leves, os odontoblastos originais permanecem ativos e produzem dentina de reação, em contrapartida, em casos de agressão mais severa, ocorre a morte dessas células e a diferenciação de novas células semelhantes a odontoblastos para produzir dentina reparativa (Okui *et al.*, 2021). Esse processo é essencial para preservar a vitalidade pulpar e minimizar a necessidade de tratamentos endodônticos (Okui *et al.*, 2021).

O entendimento desses mecanismos também é aplicado clinicamente, principalmente na escolha de materiais que interagem de forma bioativa com o tecido pulpar (Santos *et al.*, 2022). Cimentos à base de silicato de cálcio, como o MTA e o Biodentine, por exemplo, têm mostrado grande potencial em estimular a formação de dentina reparativa e modular a inflamação (Santos *et al.*, 2022). Essa interação positiva evidencia a importância do conhecimento da biologia do complexo dentino-pulpar para guiar condutas restauradoras mais conservadoras, com foco na preservação da vitalidade do tecido (Santos *et al.*, 2022).

Dessa forma, estudar o complexo dentino-pulpar não é apenas compreender sua estrutura e fisiologia, mas também reconhecer sua relevância clínica. (Bertasso *et al.*, 2023). A adequada proteção dessa unidade garante não apenas a longevidade do dente, mas também melhora o prognóstico dos tratamentos restauradores e endodônticos. (Bertasso *et al.*, 2023). Assim, a prática odontológica atual tem se voltado para a valorização da vitalidade pulpar, respeitando os mecanismos naturais de defesa e reparo, e reduzindo ao máximo as intervenções invasivas (Bertasso *et al.*, 2023).

Quais as Propriedades Desejáveis para Proteger o Complexo Dentino Pulpar

Os achados nos estudos de Omid *et al.* (2020) reforçam que os materiais ideais devem ser biocompatíveis, ou seja, não tóxicos e capazes de interagir positivamente com as células. A falta de biocompatibilidade pode causar inflamação exacerbada, dor e perda da vitalidade pulpar. Outro requisito importante é ser isolante térmico, evitando que variações de temperatura causem inflamação ou desconforto. O hidróxido de cálcio, por exemplo, embora limitado mecanicamente, ilustra bem esse papel ao estimular a formação de dentina e criar uma barreira protetora. Assim, o material ideal deve favorecer viabilidade celular, cicatrização e estabilidade clínica (Omid *et al.*, 2020).

Em suma, o material ideal deve reunir: biocompatibilidade, efeito anti-inflamatório, potencial de induzir odontogênese, liberação controlada de íons bioativos, boa capacidade de vedamento e interação ativa com as vias celulares de regeneração (Zhang *et al.*, 2024).

Cimento de Ionômero de Vidro Convencional e Modificado por Resina

O ionômero de vidro ou CIV cimento de ionômero de vidro, é composto por um pó de vidro e líquido de ácido poliacrílico compostos por flúor, cálcio, sódio, alumínio e silato de cálcio, sendo um material indicado para proteção do complexo pulpar, lesões cariosas ou até restaurações definitivas em dentes decíduos, dependendo do seu ciclo biológico, têm mostrado atualmente propriedades vantajosas como liberação de flúor, ação antimicrobiana, adesividade com os tecidos, biofuncionalidade, excelente coeficiente de expansão/contração térmica linear e módulo de elasticidade semelhantes ao da dentina, sendo considerado o único material restaurador com ligação química à estrutura dentária, atualmente existem diversas marcas de CIV's no mercado com diferentes composições, indicações e viscosidades, que devem ser escolhidas de acordo com sua indicação clínica (Bausen *et al.*, 2020 e Neelkanthan *et al.*, 2025).

Ambos os CIV's, sendo Ionômero de vidro convencional ou Ionômero de vidro modificado por resina terem propriedades fundamentais como liberação de flúor e adesão química ao dente, mas serão diferentes nas composições e comportamentos clínicos, pois segundo a literatura o ionômero de vidro convencional endurece exclusivamente por meio de uma reação ácido-base entre o pó de vidro ionomérico e o ácido poliacrílico presente no líquido, demandando um tempo maior de geleificação (presa), mostra também propriedades mecânicas insatisfeitas, alto grau solubilidade e degradação se em contato com o meio bucal, já o ionômero de vidro modificado por resina por outro lado terá a adição de monômeros resinosos como HEMA material utilizado para melhor resistência e adesão, assim por sua vez tornando o material com mais resistente mecânica e adesão, melhor estética e maior solubilidade (Bausen *et al.*, 2020).

Cimento de Óxido de Zinco e Eugenol

A proteção do complexo dentino-pulpar é um dos pontos mais relevantes para o sucesso clínico de tratamentos restauradores, uma vez que garante a preservação da vitalidade da polpa dentária e possibilita reparação tecidual adequada. Nesse cenário, o óxido de zinco e eugenol (ZOE) destaca-se como um dos materiais mais utilizados em procedimentos de base cavitária, capeamento e preenchimento de câmara pulpar. (Moskovitz *et al.*, 2021).

Uma linha de pesquisa recente buscou aprimorar a resistência física e a estabilidade do ZOE com a adição de fibras de E-glass à sua formulação. Os resultados mostraram melhora significativa na resistência à compressão, dureza superficial e redução da solubilidade do cimento. Essas propriedades contribuem para maior durabilidade clínica, especialmente em restaurações temporárias em dentes posteriores. Além das propriedades mecânicas, o ZOE apresenta função de barreira protetora, fundamental para evitar processos inflamatórios e preservar a vitalidade pulpar. O material garante condições favoráveis para reparação tecidual e manutenção da saúde dental, aspectos essenciais para o sucesso terapêutico (Hamdy *et al.*, 2024).

Na odontopediatria, o ZOE foi amplamente utilizado em pulpotomias de dentes decíduos, sendo considerado um material de preenchimento da câmara pulpar coronária. Contudo, seu uso direto sobre tecido pulpar exposto é contraindicado devido à liberação de eugenol em concentrações elevadas, que pode ocasionar necrose e morte celular local. Estudos apontam que, embora apresente vantagens como baixo custo, ação antimicrobiana e fácil manipulação, o ZOE pode induzir inflamação persistente quando em contato direto com a polpa. Por isso, recomenda-se seu uso como base ou selamento coronário, associado a materiais mais biocompatíveis, como MTA ou formocresol em pulpotomias. A toxicidade do eugenol, atribuída à sua ação sobre fibroblastos pulpares e membranas celulares, estimulou o desenvolvimento de alternativas ao ZOE tradicional. Nesse sentido, materiais sem eugenol, como o Coltosol, surgiram como opções viáveis para obturação temporária, apresentando selamento adequado e efeito antimicrobiano inicial. Entretanto, a influência a longo prazo de tais materiais ainda carece de evidências consistentes, especialmente no que se refere à taxa de sobrevivência de dentes pulpotomizados (Moskovitz *et al.*, 2021).

Mais recentemente, pesquisas têm explorado o reforço do ZOE com partículas nanométricas. A adição de nanoargila Cloisite 5A demonstrou potencial significativo em melhorar as propriedades antibacterianas do material, aumentando sua eficácia contra microrganismos como *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis* e *Escherichia coli*. Esse reforço amplia o potencial do ZOE como material de escolha em pulpotomias e pulpectomias, conciliando baixo custo, disponibilidade e propriedades antimicrobianas aprimoradas (Nazemisalman *et al.*, 2024).

Diante disso, observa-se que a evolução do ZOE, seja pelo reforço com fibras ou pela adição de nanopartículas, amplia suas perspectivas de uso clínico. Apesar das limitações relacionadas à toxicidade do eugenol em contato direto com a polpa, sua aplicação como material selador e base protetora do complexo dentino-pulpar permanece relevante, sobretudo quando associado a modificações que otimizam suas propriedades mecânicas e antimicrobianas. (Hamdy *et al.*, 2024; Nazemisalman *et al.*, 2024).

Agregado Trióxido Mineral (MTA)

Conforme apresentado, há diversos materiais utilizados para o capeamento pulpar (que consiste na proteção da polpa dentária), entretanto, possuem a mesma finalidade: a realização de um bom selamento apical, a cicatrização de tecidos circundantes em relação a raiz do dente (reparo periradicular) e evitar infiltrações no que diz respeito ao material restaurador utilizado e a estrutura dentária. Em conformidade, ressalta-se que o material restaurador deve se adaptar de maneira correta as paredes dentinárias, proteger a estrutura dentária de microrganismos e infiltrações, possuir uma boa aderência (união de tecidos), assim como ser radiopaco e biocompatível (Araujo *et al.*, 2020).

Por conseguinte, sua composição envolve o silicato dicálcico e silicato tricálcico (auxiliando sua resistência), aluminato tricálcico, sulfato de cálcio di-hidratado, alumínio ferrítico tetracálcico e óxido de bismuto, assim como outros óxidos e diferentes

íons minerais. Sendo então comercializado como “MTA ProRoot ® (Dentsply) e MTA-Angelus ® (Angelus) cinza e branco” (Araujo *et al.*, 2020).

Sendo assim, utilizou-se por muito tempo diversos materiais restauradores que fornecem essas características, entretanto, alguns dos materiais utilizados demonstraram dificuldade de manipulação, sensibilidade a umidade, irritação aos tecidos dentários (IRM e Super EBA) e infiltrações iniciais (amálgama de prata) (Araujo *et al.*, 2020).

À vista disso, observou-se a necessidade de utilizar um material que compensasse essas falhas. Sendo assim, durante a década de noventa originou-se o Mineral Trióxido Agregado (MTA), um cimento que revelou-se como um selador ideal, aprovado em 1998 pela FDA (Food and Drug Administration) e comercializado oficialmente em 1999, ademais, o MTA apresenta-se como um pó esbranquiçado ou acinzentado e apresenta fácil manipulação (Araujo *et al.*, 2020). Destaca-se também que, o Mineral Trióxido Agregado seria uma evolução proveniente do cimento de Portland, do qual era utilizado antes mesmo de 1878 para preenchimento de canais radiculares do dente (Gomes *et al.*, 2023).

Dessa maneira, quando há casos de perfuração radicular, o Mineral Trióxido Agregado (MTA) é considerado uma boa escolha, em virtude de sua rara resposta inflamatória, sua biocompatibilidade e seu excelente vedamento que impede quaisquer infiltrações, destacando também suas propriedades físicas e biológicas que auxiliam no êxito do procedimento em casos de perfuração radicular, além disso, o MTA auxilia na deposição de cimento radicular e estimula o reparo ósseo local (Soriano *et al.*, 2023).

Desse modo, o MTA é indicado para capeamento pulpar indireto, capeamento pulpar direto, pulpotomia parcial e pulpotomia completa, em virtude de sua excelente capacidade seladora e biocompatibilidade. Em contrapartida, o material odontológico apresenta algumas desvantagens em sua utilização, como sua capacidade de descoloração dentária por conter óxido de bismuto em sua composição, que torna-se necessário como radiopacificador (com a finalidade de o especialista identificar o cimento em radiografias, tornando-o visível), adicionalmente, seu contato com as propriedades dentinárias pode ocasionar o escurecimento da unidade dentária, assim como o sangue também auxilia nesse escurecimento, em virtude da porosidade do MTA (Gomes *et al.*, 2023). Ademais, possui um tempo prolongado de presa e pode ser considerado um material difícil de ser manuseado pelo odontólogo (Caparroz *et al.*, 2025).

Da mesma maneira, o custo elevado do material odontológico também dificulta sua utilização em aplicações clínicas cotidianas (Soriano *et al.*, 2023).

Hidróxido de Cálcio

Um bom preparo biomecânico e desinfecção adequada são essenciais para obter um bom resultado do tratamento endodôntico. O uso de medicamentos intracanal oferece ao clínico a oportunidade de testar efeitos de procedimentos endodônticos fundamentais e garantir um bom resultado ao operador e ao paciente.

Com isso, os medicamentos intracanaís atuais, como por exemplo o hidróxido de cálcio, são eficazes não apenas para a eliminação de microorganismos e a inativação de subprodutos, como também para a sinalização de uma boa conclusão do tratamento e sinais de cura (Ordinola-Zapata, 2022).

O hidróxido de cálcio demonstrou em estudos clínicos seu alto potencial na redução de bactérias cultiváveis dentro do canal radicular. Como também, promover a formação de tecidos mineralizados, com isso facilitando o reparo de tecidos duros periapicais (Zou, 2024).

Seu potencial de mecanismo de ação é devido a dissociação iônica em íons cálcio e hidroxila ao entrar em contato com o tecido (Siqueira, 2025).

A dissociação química dos íons de cálcio e hidroxila na formulação do Hidróxido de cálcio que afetam os níveis de pH e a penetração nos túbulos dentinários, e sua influência pode ser variada através dos veículos que ela irá ser utilizada - seja ele

aquoso, viscoso ou oleoso.

Quanto maior for a viscosidade, o processo de dissociação será retardado, prolongando assim o efeito da pasta. (Rattanakijkamol, 2025).

Com base na análise morfológica e histoquímica do processo de cicatrização pulpar após o uso do hidróxido de cálcio, são caracterizadas cinco zonas. A zona de necrose de coagulação, está relacionada a área de desnaturação proteica do tecido pulpar. A zona granular superficial, constituída por granulação grosseira do carbonato de cálcio. A zona granular profunda, é composta por granulações finas de sais de cálcio. Após 30 dias o reparo está completo, e a barreira mineralizada é presente. A barreira mineralizada é formada por duas zonas e algumas camadas são: A zona de proliferação celular, zona pulpar normal, granulações de carbonato de cálcio, área de calcificação distrófica e a dentina. Como também, os íons de cálcio participam ativamente do processo de reparo do tecido pulpar (Estrela, 2023).

Sistema Adesivo

Os sistemas adesivos dentários representam um recurso fundamental na integração entre o material restaurador e o tecido dentinário, assegurando resistência mecânica e longevidade clínica. (Arandi, 2023).

A correta aplicação desses sistemas influencia diretamente a eficácia da adesão e, por conseguinte, o sucesso das restaurações (Hardan *et al.*, 2023).

Inadequações, como excesso de umidade ou polimerização deficiente, comprometem a união e reduzem a durabilidade restauradora. (Arandi, 2023). Assim, o conhecimento das propriedades de cada adesivo, aliado ao cumprimento rigoroso dos protocolos do fabricante, é indispensável (Arandi, 2023).

Pesquisas recentes evidenciam que a remoção seletiva de cárie em lesões profundas surge como estratégia eficaz para manutenção da vitalidade pulpar, ao preservar uma camada de dentina parcialmente afetada e reduzir o risco de exposição direta da polpa. Tal conduta, associada ao uso de adesivos modernos, favorece a integridade estrutural do dente e evita a necessidade de terapias endodônticas mais invasivas (Verdugo-Paiva *et al.*, 2020).

A adesivação sobre dentina residual é crucial para o selamento da cavidade, prevenindo infiltrações bacterianas e proporcionando um ambiente propício à cicatrização da dentina. (Verdugo-Paiva *et al.*, 2020). Além de proteger o complexo dentino-pulpar, essa barreira química e mecânica reduz a sensibilidade pós-operatória e assegura maior longevidade restauradora (Schwendicke *et al.*, 2020).

Adicionalmente, estudos demonstram que a preservação de dentina afetada em dentes decíduos, associada ao uso de adesivos de alto desempenho, contribui para a manutenção da vitalidade pulpar e reforça a estrutura dentária, além de minimizar complicações clínicas (Aïem *et al.*, 2020). O adequado selamento adesivo, por sua vez, desempenha papel essencial na prevenção da progressão da cárie residual e na preservação da saúde pulpar, refletindo a importância de protocolos clínicos criteriosos e da capacitação técnica do profissional (Bergenholtz *et al.*, 2020; Li *et al.*, 2020).

Em síntese, a correta aplicação dos sistemas adesivos, associada a técnicas minimamente invasivas como a remoção seletiva de cárie, constitui abordagem indispensável para a preservação do complexo dentino-pulpar. (Li *et al.*, 2020). Essa combinação assegura restaurações mais duradouras, previsíveis e biocompatíveis, alinhadas aos princípios da odontologia contemporânea (Li *et al.*, 2020).

4. Discussão

Um dos materiais mais relatados na literatura para a proteção do complexo dentinopulpar é o hidróxido de cálcio. O hidróxido de cálcio é um medicamento potente na atividade antibacteriana por liberar íons hidroxila na água para criar um

ambiente alcalino. Seus efeitos bactericidas são devido a desnaturação de proteínas, ruptura da membrana celular e danos ao DNA (Zou X, 2024). Como também, neutraliza efetivamente as endotoxinas bacterianas nas paredes do canal radicular e estimula a cicatrização do tecido ao neutralizar substâncias ácidas que são geradas durante a inflamação (Zou, 2024).

Entretanto, a eficácia antimicrobiana é limitada na presença de microrganismos resistentes, principalmente em biofilmes complexos de espécies mistas (Rattanakijkamol, 2025). Biofilmes compostos pelos microrganismos *Enterococcus faecalis*, *Streptococcus gordonii* e *Cândida albicans* são frequentemente associados a infecções persistentes (Rattanakijkamol, 2025).

Ademais, o uso do óxido de zinco e eugenol também é bastante descrito. Ele oferece efeito sedativo sobre a polpa dentária, reduzindo sensibilidade e irritação, e apresenta boa biocompatibilidade e poder antimicrobiano, o que favorece a cicatrização pulpar ou situações de uso provisório (Hamdy *et al.*, 2024). Quando modificado, por exemplo, com fibras de vidro tipo E-glass, o ZOE pode ter melhorias significativas em resistência à compressão e microdureza, além de menor solubilidade, o que amplia seu potencial de uso clínico (Hamdy *et al.*, 2024.)

Porém, a interferência do eugenol na polimerização de materiais à base de resina, o que pode comprometer a adesão e a integridade de restaurações definitivas. Outro problema é que muitos resultados são de estudos *in vitro*, ou seja, há pouca evidência clínica que comprove o desempenho em longo prazo. Adicionalmente, sua resistência mecânica original (sem modificações) é inferior à de cimentos mais modernos, e sua solubilidade em meio úmido pode favorecer degradação ou infiltração com o tempo. (Mater *et al.*, 2021)

Outrossim, o MTA igualmente utilizado para a proteção do complexo dentino pulpar, possui excelente biocompatibilidade, bom vedamento que impede infiltrações, rara resposta inflamatória e propriedades físicas e biológicas que contribuem para o sucesso do procedimento em casos de perfuração radicular (sendo utilizado como material de primeira escolha), também auxilia na deposição de cimento radicular e estimula o reparo ósseo (Soriano *et al.*, 2023). Em um estudo realizado por Covaci *et al.*, 2025, o MTA apresentou em 100% dos casos formação de ponte de dentina em comparação ao hidróxido de cálcio que apresentou 60%, demonstrando, assim, o sucesso clínico do MTA.

Contudo, possui um alto custo comercial e potencial de descoloração dentária por conter óxido de bismuto em sua composição, que torna-se necessário como radiopacificador, do mesmo modo que o sangue também auxilia nesse escurecimento da unidade dentária, devido a porosidade do Agregado Trióxido Mineral, além disso há o manuseio difícil e o tempo de presa prolongado (Caparroz *et al.*, 2025)

Por outro panorama, o ionômero de vidro apresenta liberação de flúor, ação antimicrobiana, adesividade com os tecidos, biofuncionalidade, excelente coeficiente de expansão/contração térmica linear e módulo de elasticidade semelhantes ao da dentina, sendo considerado o único material restaurador com ligação química à estrutura dentária, sendo um material bastante utilizado para a proteção do complexo dentino pulpar (Bausen *et al.*, 2020).

Mas, há algumas desvantagens no seu uso, como no caso do convencional que demanda um tempo maior de gelificação (presa), mostra também propriedades mecânicas insatisfeitas, alto grau solubilidade e degradação se em contato com o meio bucal, já o modificado por resina, por conta da incorporação de monômeros resinosos, que ocorre na hibridização, há um aumento do efeito citotóxico, se comparado com o CIV convencional (Bausen *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o sistema adesivo também é capaz de proteger o complexo dentino pulpar, pois fornece selamento coronal eficaz e redução da microinfiltração, o que diminui a passagem de bactérias e toxinas para o espaço pulpar e, assim, reduz o risco de inflamação pulpar secundária. Revisões recentes mostram que as estratégias adesivas atuais mantêm desempenho clínico aceitável e contribuem para a durabilidade do selamento quando corretamente aplicadas (Doshi *et al.*, 2023; Bourgi *et al.*, 2024).

Todavia, apesar dos avanços, adesivos não são a melhor escolha para contato direto com polpa exposta: ensaios e revisões sobre captação direta mostram consistentemente melhores resultados clínicos e histológicos com materiais bioativos

(MTA, Biodentine) em comparação com muitos agentes adesivos; a taxa de sucesso a longo prazo de captação direta com adesivos é inferior (Islam, 2023; Pinto, 2024). Portanto, em exposição pulpar direta, recomenda-se priorizar cimentos bioativos.

Por fim, os materiais que mais se destacam são o ionômero de vidro, o hidróxido de cálcio, o MTA e o Sistema adesivo devido às suas propriedades biológicas e mecânicas, estes são aplicados como agentes protetores do complexo dentino pulpar, forradores ou como base de restaurações definitivas (Bausen *et al.*, 2020). Estudos demonstraram que o uso desses materiais causaram formação da dentina terciária, além disso, o sistema adesivo se mostrou muito relevante, pois um bom selamento marginal das restaurações promovido pelo processo de hibridização protege a parede pulpar (Islam, 2023 e Bausen *et al.*, 2020). As vantagens e desvantagens dos materiais citados estão descritos no Quadro-1.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens dos materiais como proteção ao complexo dentino-pulpar.

Material Restaurador	Vantagens	Desvantagens
Ionômero de vidro convencional e modificado por resina	<ul style="list-style-type: none"> • Liberação de flúor • Ação antimicrobiana, • Adesividade com os tecidos, • Biofuncionalidade, excelente • Coeficiente de expansão/contração térmica linear e módulo de elasticidade semelhantes ao da dentina (Bausen <i>et al.</i>, 2020) 	<p>Convencional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Demanda um tempo maior de gelificação (presa) • Propriedades mecânicas insatisfeitas • Alto grau de solubilidade e degradação. <p>Modificado por resina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aumento do efeito citotóxico, se comparado com o CIV convencional. (Bausen <i>et al.</i>, 2020)
Cimento de Óxido de zinco e eugenol	<ul style="list-style-type: none"> • Oferece efeito sedativo sobre a polpa dentária • Boa biocompatibilidade • Antimicrobiano (Hamdy <i>et al.</i>, 2024.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Interferência do eugenol na polimerização de materiais à base de resina • Resistência mecânica é inferior à de cimentos mais modernos (Mater J <i>et al.</i>, 2021.)
Agregado Trióxido Mineral	<ul style="list-style-type: none"> • Excelente biocompatibilidade • Excelente vedamento SORIANO, L. L. <i>et al.</i>, 2023). 	<ul style="list-style-type: none"> • Possui um alto custo comercial • Potencial de descoloração dentária • Manuseio difícil e o tempo de presa prolongado (CAPARROZ, I. C. <i>et al.</i>, 2025)
Hidróxido de Cálcio	<ul style="list-style-type: none"> • Potente na atividade antibacteriana (Zou X, 2024). • Estimula a cicatrização do tecido (Zou X, 2024). 	<ul style="list-style-type: none"> • A eficácia antimicrobiana é limitada na presença de microrganismos resistentes, principalmente em biofilmes complexos de espécies mistas. (Rattanakijkamol, 2025).
Sistema Adesivo	<ul style="list-style-type: none"> • Selamento coronal eficaz (Doshi <i>et al.</i>, 2023; Bourgi <i>et al.</i>, 2024). 	<ul style="list-style-type: none"> • A taxa de sucesso a longo prazo de captação direta com adesivos é inferior (Islam, 2023; Pinto, 2024).

Fonte: Autoria própria.

5. Considerações Finais

Com base no exposto, é notório que não há um material que possua todas as características almejadas para realizar a proteção do complexo dentino pulpar. Nesse sentido, é importante ressaltar que ao escolher o material que será utilizado para fazer a proteção dentino-pulpar o odontólogo deve levar em consideração as vantagens e desvantagens de cada substância, as

suas propriedades biológicas e mecânicas e as evidências científicas para fazer a melhor escolha para cada caso clínico.

Referências

- Aïem, H., et al. (2020). Selective versus stepwise carious tissue removal for managing deep carious lesions in deciduous teeth. *European Archives of Paediatric Dentistry*.
- Álvarez-Vásquez, J. L., & Castañeda-Alvarado, C. P. (2022). Dental pulp fibroblast: A star cell. *Journal of Endodontics*, 48(8), 1005–1019.
- Araujo, P. M., et al. (2020). Utilização do mineral trióxido agregado como material retrobturador: Relato de caso. *Brazilian Journal of Health Review*, 3(3), 4461–4472.
- Arandi, N. Z. (2023). The classification and selection of adhesive agents: An overview for the general dentist. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 15, 165–180.
- Bausen, A. G., et al. (2020). Proteção da vitalidade dentino-pulpar em odontopediatria: Uma revisão de literatura. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, 113–121.
- Bergenholtz, G., et al. (2020). Treatment of deep caries lesions and the exposed pulp. *European Endodontic Journal*.
- Bertasso, A. S., et al. (2023). Advances in vital pulp therapy: Clinical outcomes and future perspectives. *Journal of Dentistry*, 132, 104595.
- Caparroz, I. C., et al. (2025). Comparação de vedamento de dois cimentos biocerâmicos: Um estudo ex vivo. *Brazilian Journal of Health Review*, 8(5), e82739.
- Ciulli Ceccato, V. M., Guimarães Martins, F., Lenarduzzi, A. L., & Rodríguez, P. A. (2024). Tratamiento conservador de la vitalidad pulpar en molar permanente con silicato tricálcico. *Revista de la Facultad de Odontología, Universidad de Buenos Aires*, 39(93).
- Correia, P., et al. (2025). The impact of intracanal medicaments on crown color, pH, and antimicrobial activity: A comparative study. *Brazilian Oral Research*, 39.
- Covaci, A. M., et al. (2025). Tertiary dentin barrier formation: A comparison between the effects of two calcium silicate based materials. *PubMed*, 51(1), 96–104.
- Estrela, C., et al. (2023). Mechanism of action of bioactive endodontic materials. *Brazilian Dental Journal*, 34, 1–11.
- Hamdy, T. M. (2024). Evaluation of compressive strength, microhardness and solubility of zinc-oxide eugenol cement reinforced with E-glass fibers. *Oral Health*, 24(487).
- Hardan, L., et al. (2023). Effect of different application modalities on the bonding performance of adhesive systems to dentin: A systematic review and meta-analysis. *Cells*, 12(1), 190.
- Herbst, S. R., et al. (2025). Effectiveness of calcium hydroxide compared to hydraulic calcium silicate cements for direct pulp capping. *International Endodontic Journal*.
- Islam, R., et al. (2023). Direct pulp capping procedures: Evidence and practice. *Japanese Dental Science Review*, 59, 48–61.
- Kassis, C., et al. (2021). Response of dental pulp capped with calcium-silicate based material, calcium hydroxide and adhesive resin. *Brazilian Journal of Oral Sciences*, 21.
- Kilic, Y., et al. (2025). Comparative analysis of dentinal tubule penetration: Irrigation activation methods and root canal sealers. *BMC Oral Health*, 25(1), 991.
- Kojima, Y., & Sendo, R. (2022). Maintaining tooth vitality with super minimally invasive pulp therapy. *Cureus*, 14(9), e29712.
- Leal, L. A. D., et al. (2025). Proteção pulpar na atualidade: Necessária ou dispensável? *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 11(5).
- Li, B., et al. (2021). Acidic Monetite Complex Paste with bleaching property. *International Journal of Nanomedicine*, 16, 31–45.
- Li, T., et al. (2020). Effects of adhesive systems on residual caries and pulp vitality. *Clinical Oral Investigations*.
- Matoug-Elwerfelli, M., et al. (2022). Vital pulp treatment for traumatised permanent teeth: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 55(6).
- Moraes, J. C. S., Oliveira, S. F. S., & Mendonça, I. C. G. (2021). Lesões de cárie profunda: Revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 4(6), 27666–27673.
- Moskovitz, M., et al. (2021). Zinc oxide zinc sulfate versus zinc oxide eugenol as pulp chamber filling materials. *Children*, 8(9).
- Nazemiasalman, B., et al. (2024). The antibacterial properties of reinforced zinc oxide eugenol with nanoclay. *Journal of Functional Biomaterials*, 15(7).
- Okui, T., et al. (2021). Pulpal defense and dentin bridge formation after carious exposure. *Journal of Oral Biosciences*, 63(4), 321–328.
- Omidi, S., et al. (2020). Effect of pulp-capping materials on dental pulp stem cells. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 23(6), 768–775.
- Ordinola-Zapata, R., et al. (2022). Present status and future directions of intracanal medicaments. *International Endodontic Journal*, 55(S3), 613–636.

- Pusa, N., et al. (2025). Clinical success of vital pulp therapy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Oral Science*, 67(3), 107–115.
- Rangel, L. S., et al. (2023). Tratamentos conservadores da polpa. *Brazilian Journal of Health Review*, 6(6), 28021–28031.
- Rattanakijkamol, P., Promta, P., Wanachantararak, P., & Leelapornpisid, W. (2025). Effectiveness of novel calcium hydroxide nanoparticles. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 26(3), 265–272.
- Reis, M., Gazzoni, A. F., & Conde, A. (2020). Proteção pulpar direta em odontologia. *Revista de Ciências da Saúde*, 22(1).
- Resende, M. E. A., et al. (2024). Solubility and pH of calcium hydroxide lining cements. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 72.
- Rodrigues, G. G., et al. (2025). Capeamento pulpar direto e indireto. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, 7(7), 654–670.
- Schultz, R., et al. (2021). Remoção seletiva de tecido cariado. *RFO UPF*, 26(1), 106–112.
- Schwendicke, F., et al. (2020). Managing carious lesions: Consensus recommendations. *British Dental Journal*.
- Santos, J. M., et al. (2022). Bioactive endodontic materials for vital pulp therapy: A systematic review. *Materials*, 15(4), 1363.
- Shreyas Neelkanthan, Jawdekar, A. M., & Mistry, L. N. (2025). Success of pulp treatments in children. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 18(4), 473–478.
- Soriano, L. L., et al. (2023). Tratamento cirúrgico de perfuração radicular com MTA. *Brazilian Journal of Health Review*, 6(6), 27301–27312.
- Souza, K. K. O., et al. (2022). Tratamento conservador da polpa: Revisão de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 5(3), 11912–11919.
- Verdugo-Paiva, F., Zambrano-Achig, P., Simancas-Racines, D., & Viteri-García, A. (2020). Selective removal versus complete removal for deep caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Vieira, F. S., et al. (2022). Diametral tensile strength of glass ionomer cements. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 70.
- Yamamoto, T., et al. (2021). Structural and functional dynamics of the dentin–pulp complex. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(13), 6875.
- Zhang, J., et al. (2024). Novel nanocomposite hydrogel for vital pulp therapy. *International Journal of Nanomedicine*, 19, 5199–5214.
- Zhao, W., et al. (2023). Pulpal responses and defense mechanisms to dental caries. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13, 1147816.
- Zmener, O., & Boetto, A. (2022). Protección pulpar directa y posterior apexogénesis. *Revista de la Asociación Odontológica Argentina*.
- Zou, X., et al. (2024). Consenso de especialistas sobre irrigação e medicação intracanal. *International Journal of Oral Science*, 16(1), 23.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*. 104, 333–9.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. Santa Maria: Editora da UFSM
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática versus revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo. 20(2), v–vi.